



POLITÉCNICA



GeoProcesamiento integrado con ArcObjects para generar afecciones por infraestructuras eléctricas de alta tensión

Federico-Vladimir Gutiérrez-Corea¹, Francisco-Javier Moreno-Marimbaldo², Miguel-Ángel Manso-Callejo¹

F. Vladimir Gutiérrez

04 - Octubre - 2012

Conferencia Esri España 2012

3 y 4 de Octubre, IFEMA, Madrid



AGENDA

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. ESCENARIO DE MOTIVACIÓN
- 1.2. ANTECEDENTES / Punto de partida
- 1.3. SOLUCIONES ANTERIORES
- 1.4. RETOS

2. CARACTERIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y PROCESOS

3. ENFOQUE DE SOLUCIÓN

- 3.1. AUTOMATIZACIÓN DEL FLUJO DE TRABAJO
- 3.2. DISEÑO DE ARQUITECTURA DE SISTEMA UTILIZADO

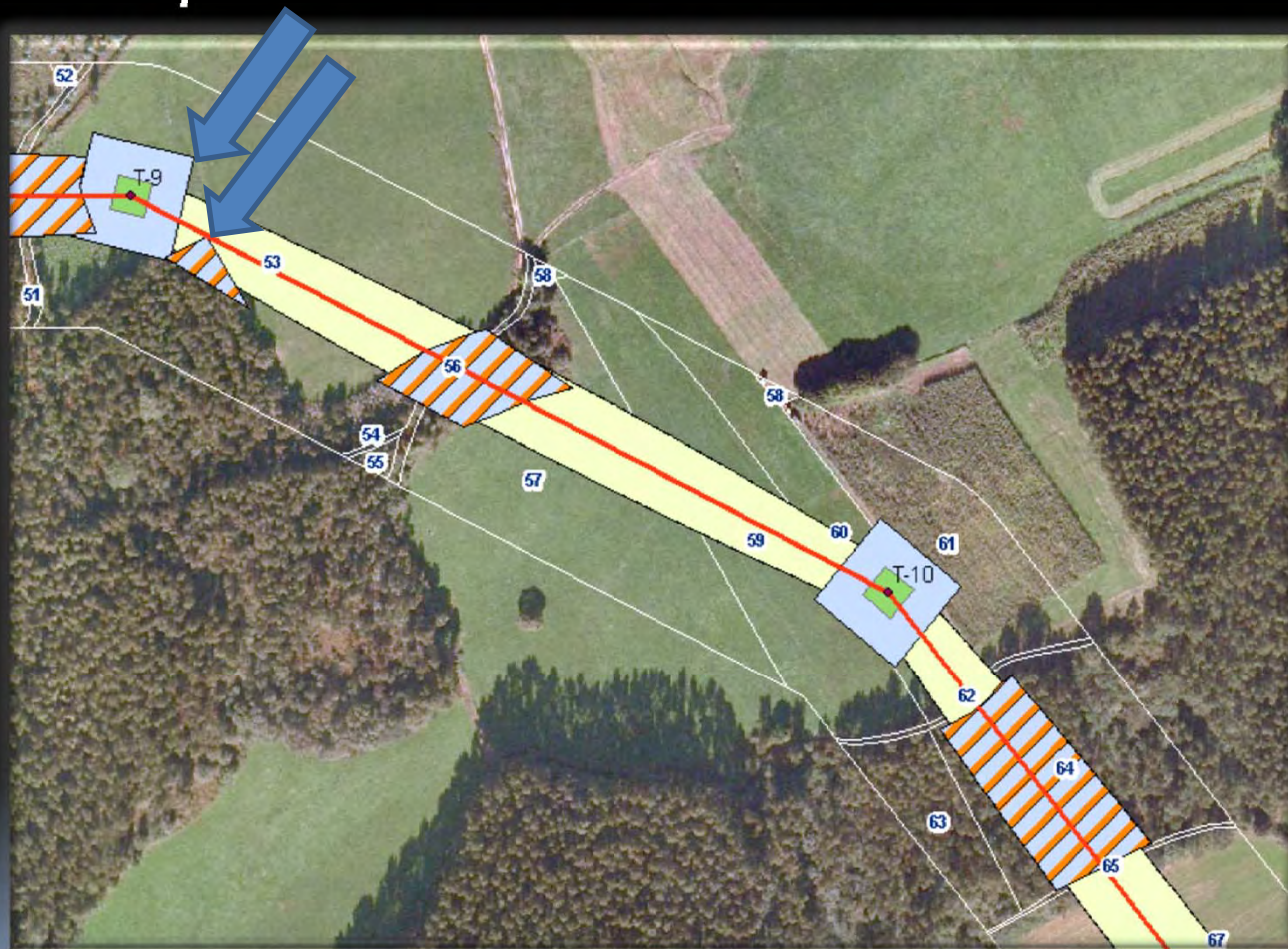
4. RECURSOS TÉCNICOS

5. RESULTADOS

6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

INTRODUCCIÓN

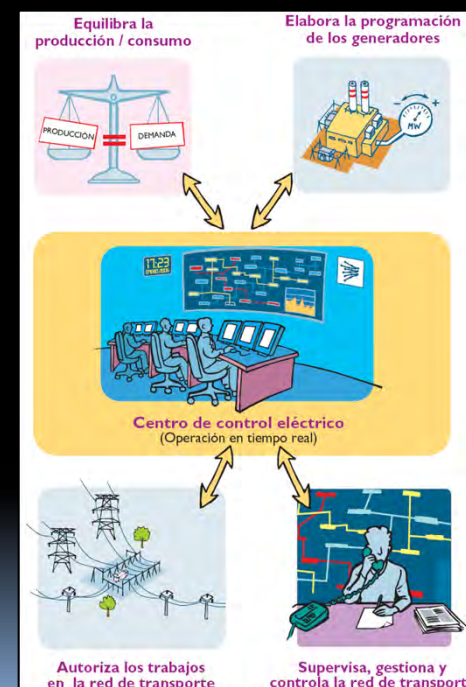
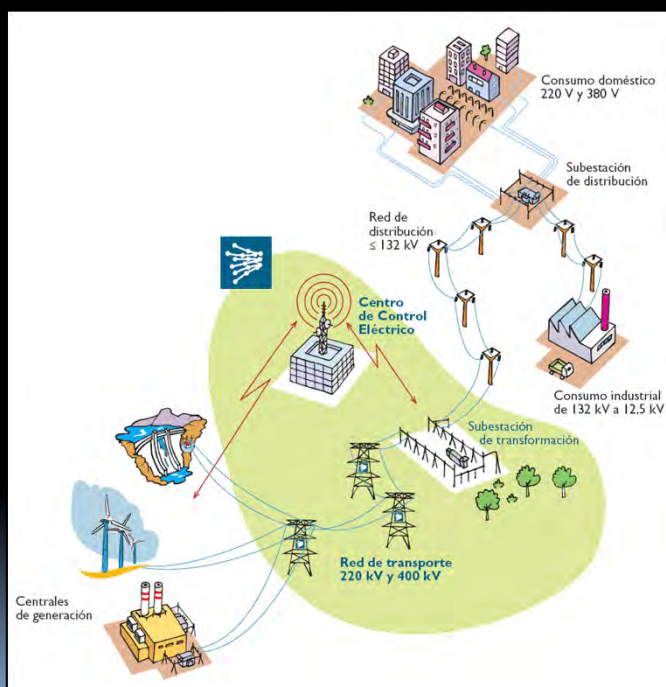
Las construcciones lineales (como calles / carreteras, vías ferroviarias, tuberías de gas, instalaciones eléctricas) ... implican el cálculo de afecciones sobre parcelas:



INTRODUCCIÓN

... En todo el territorio Español, Red Eléctrica de España (**REE**), es dueña de la red de transporte de energía de alta tensión y responsable de:

- Mantenimiento
 - Gestión
 - Desarrollo
 - Elaboración de Informes de Bienes y Derechos (**RBD**)
- ... (de la red)

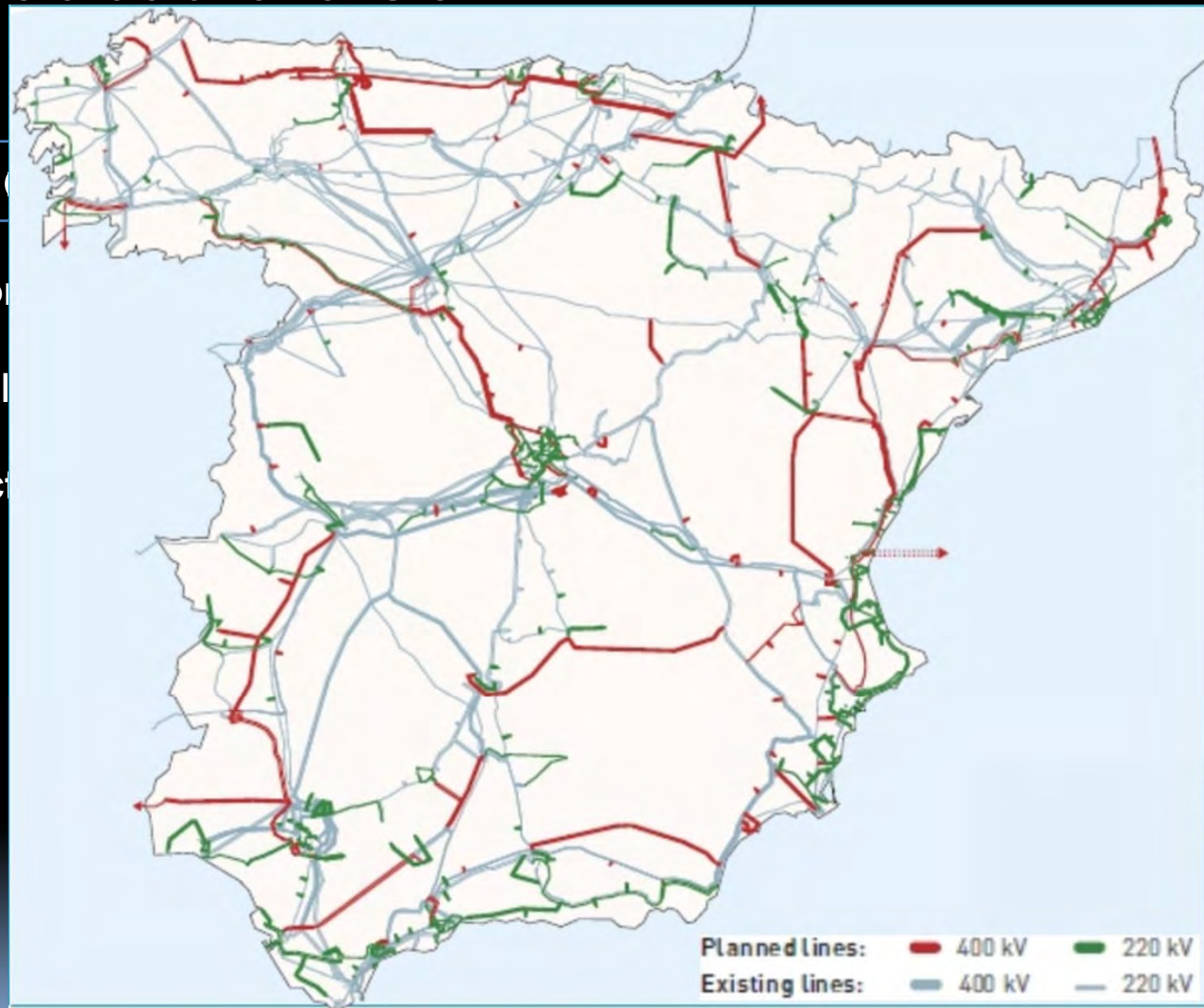


INTRODUCCIÓN

Red Española de alta tensión:

Dimensiones

- Subestaciones
- Circuitos Eléctricos
- Torres Eléctricas



0
0
0



ESCENARIO DE MOTIVACIÓN

Incremento

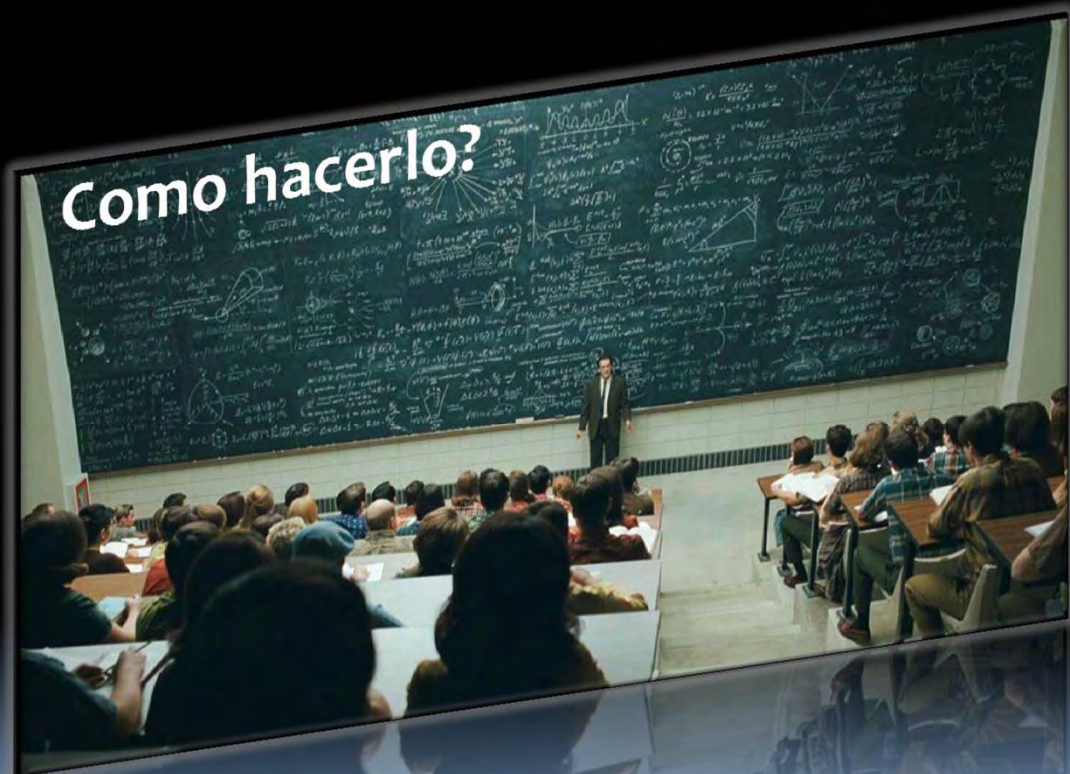
- ↑ 45 % • Subestaciones
- ↑ 48 % • Circuitos Eléctricos (km)
- ↑ 50% • Torres Eléctricas:



Que hacer?

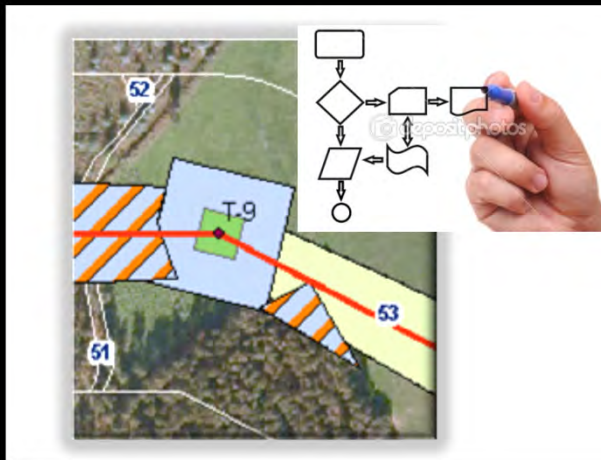


Como hacerlo?



ANTECEDENTES / Punto de partida

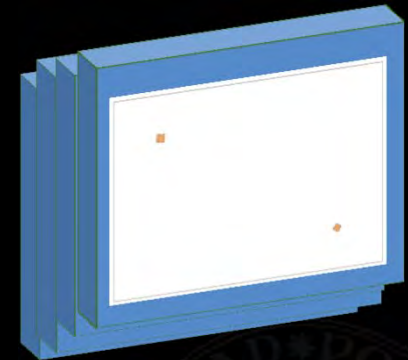
El método convencional para el cálculo y creación de RBDs presentaba las siguientes características (antes):



1) Codificación Manual de las parcelas afectadas por la nueva instalación.

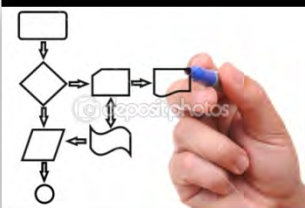
2) El cálculo de **solamente** cuatro tipos de **afección** sobre las parcelas:

- Influencia del Viento
- Área de Tala
- Longitud del cable
- Ocupación Permanente



- Para los **cálculos** de las afecciones, se utilizaba **un script de AutoCAD**, PERO este mostraba una ventana de dialogo **que visualizaba el valor del área afectada**.

ANTECEDENTES / Punto de partida



3) Generación del informe RBD.

Este método de calculo fue útil para REE hasta antes de 2008.

Motivos:

- Una línea eléctrica de 50 Km.
- Cuatro tipos de afecciones.
- Con un promedio de 250 parcelas.

:Aproximadamente 200 horas.

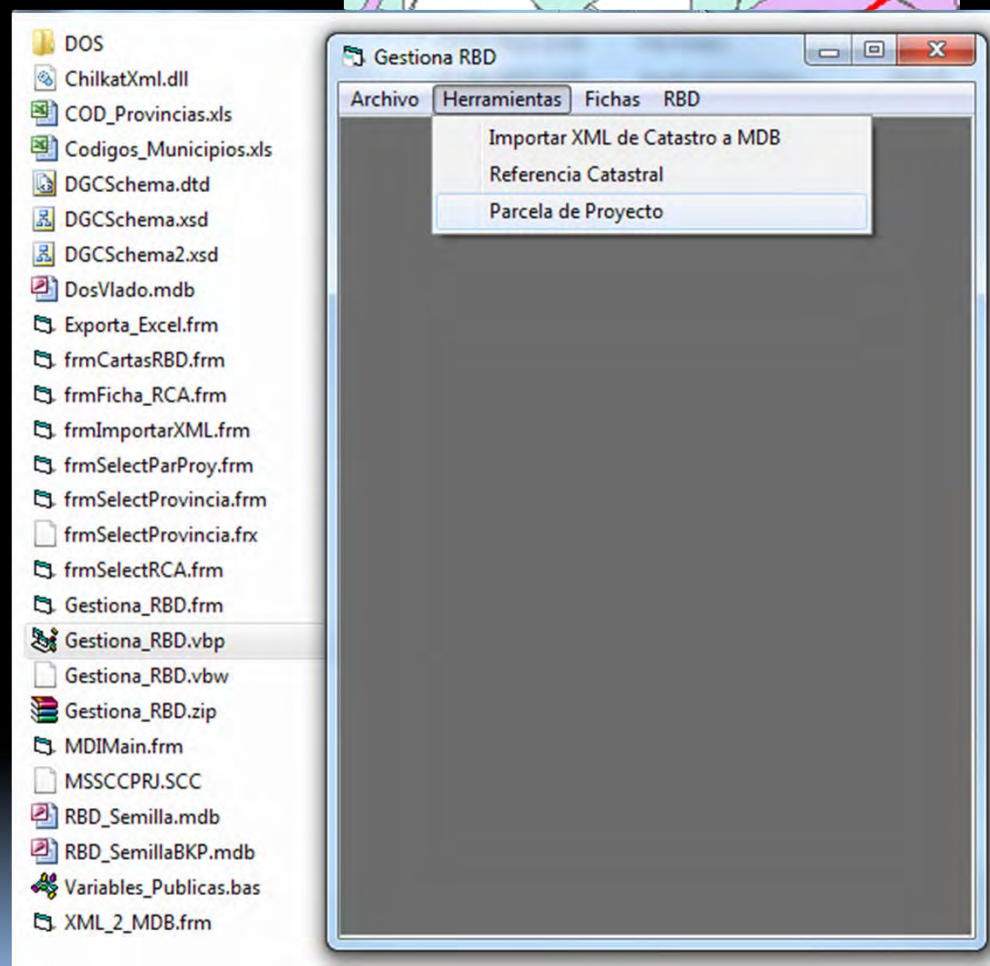
Código de Parcela	Propietario	Referencia Catastral	Polygono	Parcela	Servidumbre Vuelo (m²)	Apoyos	Sup. apoyos y anillo tierra (m²)	Sup. Tala (m²)	Ocupación Temporal (m²)	Acceso al apoyo	Serv. de Acc.
PLG-1		39052A011003020000/S	11	302	31.648	T-6, T-7	322	22.287	22.287	T-5, T-6, T-7	
PLG-2		39052A012001090000/D	12	109	6.969	T-8	121	3.762	3.762	T-7, T-8	
PLG-4		39052A012001390000/K	12	139	384			575	575	T-8	
PLG-5		39052A012090130000/J	12	9013	93			137	137	T-9	
PLG-6		39052A012001400000/M	12	140	975	T-9	142	1.622	1.622	T-9	
PLG-7		39052A012001110000/R	12	111	2.806			4.381	4.381	T-9	
PLG-9		39052A012004720000/S	12	472	513			582	582		
PLG-11		39052A012006000000/U	12	60	12.147			7.052	7.052		
PLG-12		39052A012090110000/K	12	9011	236			197	197		
PLG-13		39052A012004160000/G	12	416	2.224	T-10	137	1.493	1.494	T-10	
PLG-14		39052A012000610000/H	12	61	1.350			3.271	3.271		
PLG-17		39052A012000450000/K	12	45	2.421			1.070	1.070		
PLG-19		39052A012000430000/M	12	43	5.388						
PLG-21		39052A012090190000/W	12	9019	177			127	127		
PLG-22		39052A012000670000/Q	12	67	60			36	36	T-11	
PLG-24		39052A012004760000/W	12	476	32	T-11	156	1.903	1.912	T-11	
PLG-25		39052A012000390000/F	12	39	1.138			2.076	2.076		
PLG-26		39052A012000400000/L	12	40	69				220		
PLG-27		39052A012090240000/B	12	9024	1.640			2.863	2.863		
PLG-31		39052A012000370000/L	12	37	180			4.709	4.709		
PLG-32		39052A012090290000/L	12	9029	2.385			4.292	4.292		
PLG-33		39052A012000360000/P	12	36	4.004			2.006	2.006	T-11, T-12, T-	
PLG-34		39052A012001010000/P	12	101	3.620			2.533	2.533		
PLG-35		39052A012000350000/Q	12	35	1.633			1.038	1.038		
PLG-36		39052A012000310000/W	12	30	1.877			1.977	1.977	T-12	
PLG-38		39052A012090150000/S	12	9015	825	T-12	90	1.700	1.700		
PLG-39		39052A012000290000/B	12	29	970			1.933	1.933		
PLG-40		39052A012000320000/B	12	32	2.29			1.038	1.038		
PLG-41		39052A012000330000/B	12	33	1.20			1.038	1.038		
PLG-42		39052A012000340000/B	12	34	1.30			1.038	1.038		
PLG-43		39052A012000350000/B	12	35	1.40			1.038	1.038		
PLG-44		39052A012000360000/B	12	36	1.50			1.038	1.038		
PLG-45		39052A012000370000/B	12	37	1.60			1.038	1.038		
PLG-46		39052A012000380000/B	12	38	1.70			1.038	1.038		
PLG-47		39052A012000390000/B	12	39	1.80			1.038	1.038		
PLG-48		39052A012000400000/B	12	40	1.90			1.038	1.038		
PLG-49		39052A012000410000/B	12	41	2.00			1.038	1.038		
PLG-50		39052A012000420000/B	12	42	2.10			1.038	1.038		
PLG-51		39052A012000430000/B	12	43	2.20			1.038	1.038		
PLG-52		39052A012000440000/B	12	44	2.30			1.038	1.038		
PLG-53		39052A012000450000/B	12	45	2.40			1.038	1.038		
PLG-54		39052A012000460000/B	12	46	2.50			1.038	1.038		
PLG-55		39052A012000470000/B	12	47	2.60			1.038	1.038		
PLG-56		39052A012000480000/B	12	48	2.70			1.038	1.038		
PLG-57		39052A012000490000/B	12	49	2.80			1.038	1.038		
PLG-58		39052A012000500000/B	12	50	2.90			1.038	1.038		
PLG-59		39052A012000510000/B	12	51	3.00			1.038	1.038		
PLG-60		39052A012000520000/B	12	52	3.10			1.038	1.038		
PLG-61		39052A012000530000/B	12	53	3.20			1.038	1.038		
PLG-62		39052A012000540000/B	12	54	3.30			1.038	1.038		
PLG-63		39052A012000550000/B	12	55	3.40			1.038	1.038		
PLG-64		39052A012000560000/B	12	56	3.50			1.038	1.038		
PLG-65		39052A012000570000/B	12	57	3.60			1.038	1.038		
PLG-66		39052A012000580000/B	12	58	3.70			1.038	1.038		
PLG-67		39052A012000590000/B	12	59	3.80			1.038	1.038		
PLG-68		39052A012000600000/B	12	60	3.90			1.038	1.038		
PLG-69		39052A012000610000/B	12	61	4.00			1.038	1.038		
PLG-70		39052A012000620000/B	12	62	4.10			1.038	1.038		
PLG-71		39052A012000630000/B	12	63	4.20			1.038	1.038		
PLG-72		39052A012000640000/B	12	64	4.30			1.038	1.038		
PLG-73		39052A012000650000/B	12	65	4.40			1.038	1.038		
PLG-74		39052A012000660000/B	12	66	4.50			1.038	1.038		
PLG-75		39052A012000670000/B	12	67	4.60			1.038	1.038		
PLG-76		39052A012000680000/B	12	68	4.70			1.038	1.038		
PLG-77		39052A012000690000/B	12	69	4.80			1.038	1.038		
PLG-78		39052A012000700000/B	12	70	4.90			1.038	1.038		
PLG-79		39052A012000710000/B	12	71	5.00			1.038	1.038		
PLG-80		39052A012000720000/B	12	72	5.10			1.038	1.038		
PLG-81		39052A012000730000/B	12	73	5.20			1.038	1.038		
PLG-82		39052A012000740000/B	12	74	5.30			1.038	1.038		
PLG-83		39052A012000750000/B	12	75	5.40			1.038	1.038		
PLG-84		39052A012000760000/B	12	76	5.50			1.038	1.038		
PLG-85		39052A012000770000/B	12	77	5.60			1.038	1.038		
PLG-86		39052A012000780000/B	12	78	5.70			1.038	1.038		
PLG-87		39052A012000790000/B	12	79	5.80			1.038	1.038		
PLG-88		39052A012000800000/B	12	80	5.90			1.038	1.038		
PLG-89		39052A012000810000/B	12	81	6.00			1.038	1.038		
PLG-90		39052A012000820000/B	12	82	6.10			1.038	1.038		
PLG-91		39052A012000830000/B	12	83	6.20			1.038	1.038		
PLG-92		39052A012000840000/B	12	84	6.30			1.038	1.038		
PLG-93		39052A012000850000/B	12	85	6.40			1.038	1.038		
PLG-94		39052A012000860000/B	12	86	6.50			1.038	1.038		
PLG-95		39052A012000870000/B	12	87	6.60			1.038	1.038		
PLG-96		39052A012000880000/B	12	88	6.70			1.038	1.038		
PLG-97		39052A012000890000/B	12	89	6.80			1.038	1.038		
PLG-98		39052A012000900000/B	12	90	6.90			1.038	1.038		
PLG-99		39052A012000910000/B	12	91	7.00			1.038	1.038		
PLG-100		39052A012000920000/B	12	92	7.10			1.038	1.038		

SOLUCIONES ANTERIORES

1) **Codificación Manual** de las parcelas afectadas por la nueva instalación. **Complicado de hacer sin programación espacial** por la consideración del sentido de la traza.

2) El calculo de **afecciones** sobre las parcelas: **(Model Builder / ToolBox)**

3) **Generación del informe RBD.**
VB6 + Access + XML



RETOS

- (1) Necesidad de **producir más RBDs en menos tiempo**
- (2) **Reducir** la excesiva **duración** del **proceso** (200 h. en promedio)
- (3) **Reducir** el alto coste de la **preparación de datos**
- (4) **Gestionar** la amplia variedad de **afecciones** (**hasta 15**).

Esos puntos críticos han requerido el diseño de una nueva metodología de trabajo y el desarrollo de software **para soportar la optimización del Geo-Procesamiento y generación de RBDs.**



CARACTERIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y PROCESOS

... un conjunto de **procesos y datos** relacionados con...:

(1) Las propiedades afectadas en el territorio

(2) Información Catastral

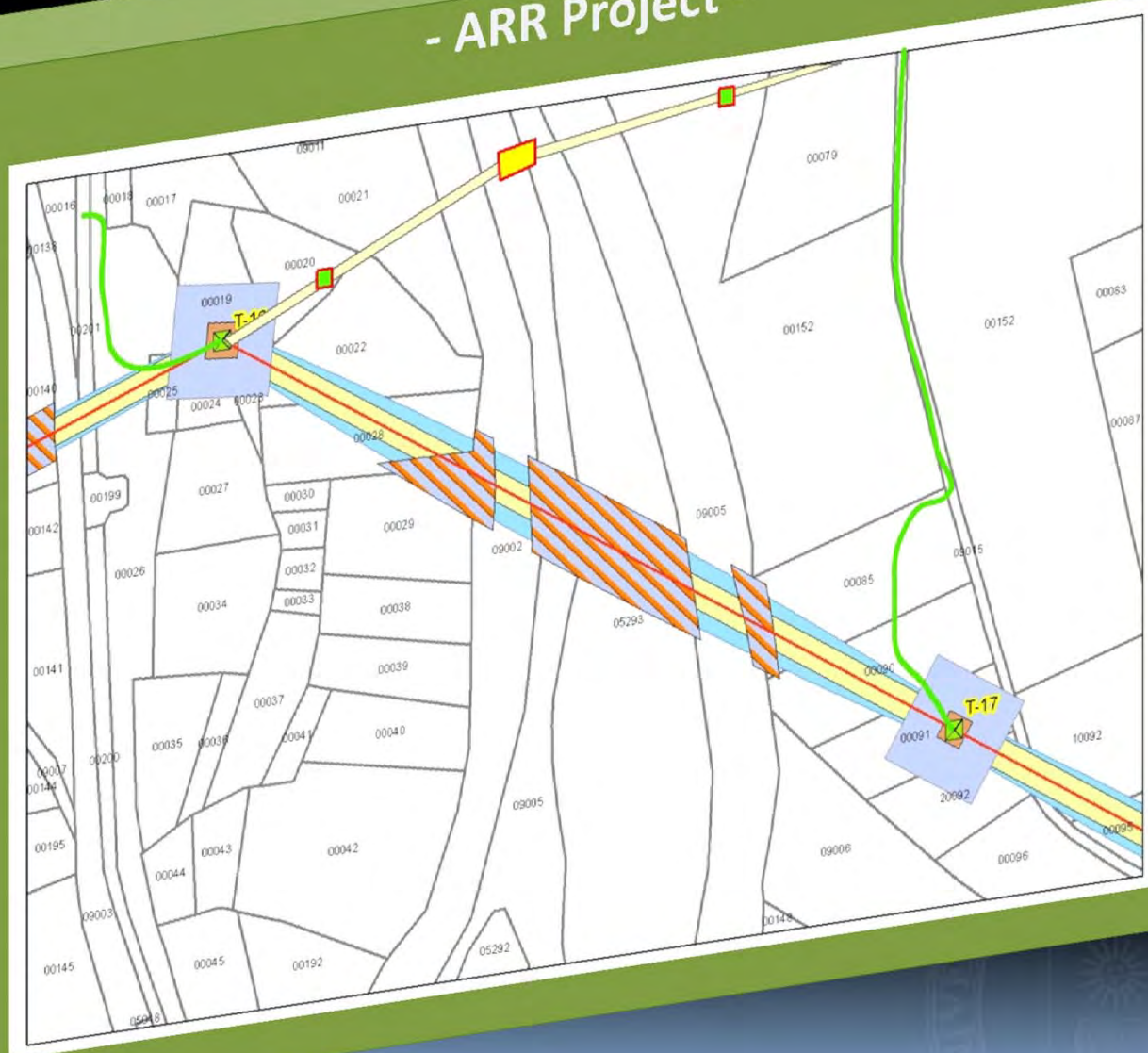
(3) Una o más áreas directas de afecciones en las parcelas debido a los **elementos de la nueva construcción**

(4) Una o más afecciones indirectas en las parcelas por las **vías de accesos** hacia las construcciones y futuro mantenimiento.

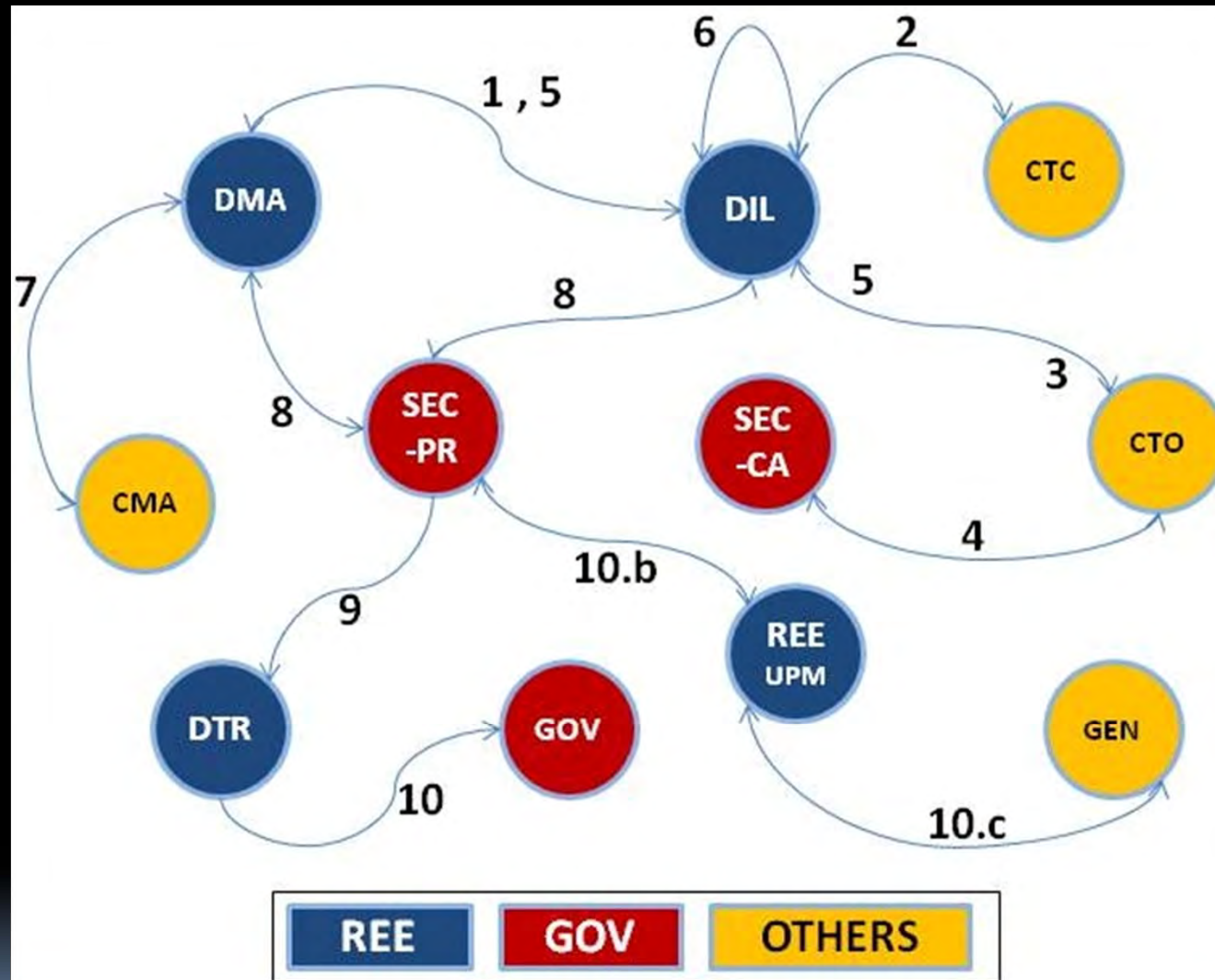


PROCESSES AND INFORMATION CHARACTERISATION

- ARR Project -



CARACTERIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y PROCESOS



ENFOQUE DE LA SOLUCIÓN

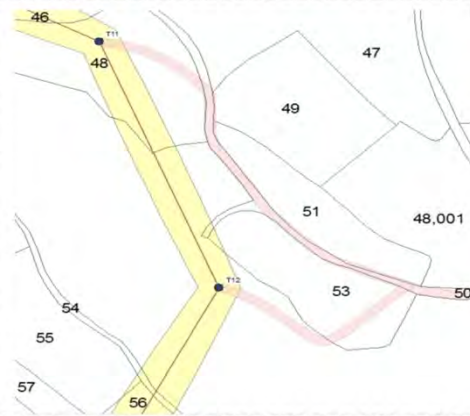
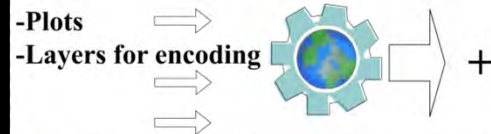
1

2

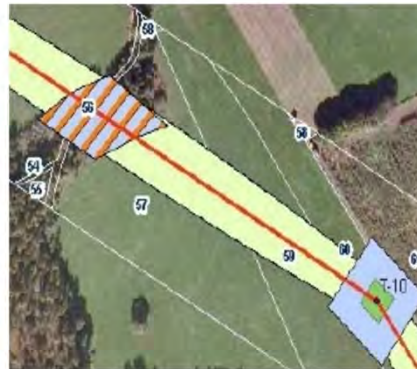
3

4

A. Plot encoding



B. Calculation of affections

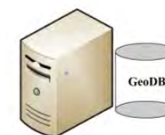


C. Generation of the ARR



B	C	D	E	F	G	H
Parcela	Proy	Proprietario	Origen	Nº	Porcentaje (%)	Sup. Paraje
0.001	DESCUENTO CAMINO	PQ GRADOL	DESCONOC	100		Polígono 001
0.001	EN INVESTIGACIÓN, ARTICULO 47 DE LA CL	CL DESCONOC	DESCONOC	100		Polígono 001
0.002	DESCUENTO CAMINO	PQ GRADOL	DESCONOC	100		Polígono 001
0.002		LG ALVARO #		100		HEREDEROS (Polígono 001)
2						
7						
9						
10						
					33,33	
					33,33	
11		LG BARREDO			33,33	HEREDEROS (Polígono 21)
					30,00	
11.001		CL PASO 25			50,00	Polígono 21
11.002		CL VISTABU			100	Polígono 21

D. Saving and SDI Publishing of historical data

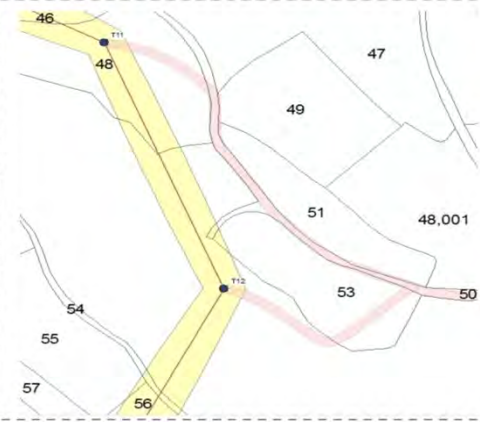
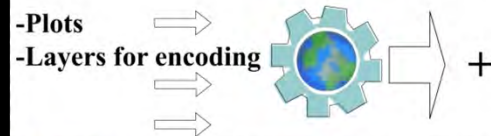


Internet Output
as SDI Services
and PDF Maps

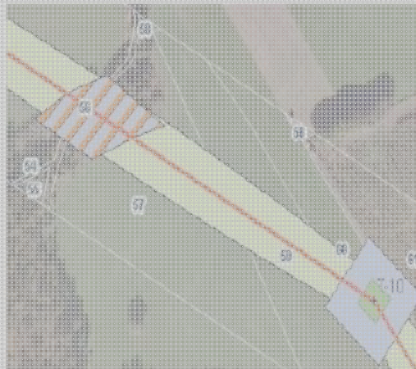
AUTOMATIZACIÓN DEL FLUJO DE TRABAJO

1

A. Plot encoding



B. Calculation of affections

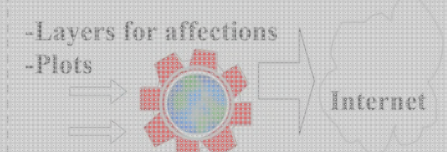


C. Generation of the ARR



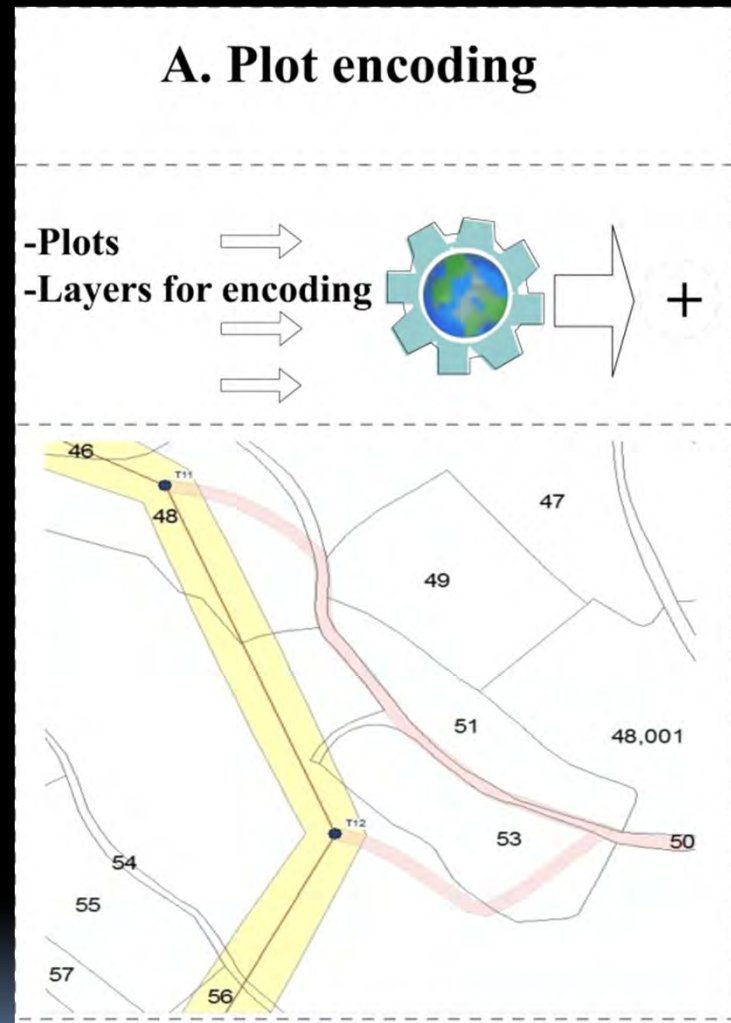
Parcela Propiedad	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela	Parcela
Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5	Parcela 6	Parcela 7	Parcela 8	Parcela 9	Parcela 10
Parcela 11	Parcela 12	Parcela 13	Parcela 14	Parcela 15	Parcela 16	Parcela 17	Parcela 18	Parcela 19	Parcela 20
Parcela 21	Parcela 22	Parcela 23	Parcela 24	Parcela 25	Parcela 26	Parcela 27	Parcela 28	Parcela 29	Parcela 30
Parcela 31	Parcela 32	Parcela 33	Parcela 34	Parcela 35	Parcela 36	Parcela 37	Parcela 38	Parcela 39	Parcela 40
Parcela 41	Parcela 42	Parcela 43	Parcela 44	Parcela 45	Parcela 46	Parcela 47	Parcela 48	Parcela 49	Parcela 50
Parcela 51	Parcela 52	Parcela 53	Parcela 54	Parcela 55	Parcela 56	Parcela 57	Parcela 58	Parcela 59	Parcela 60
Parcela 61	Parcela 62	Parcela 63	Parcela 64	Parcela 65	Parcela 66	Parcela 67	Parcela 68	Parcela 69	Parcela 70
Parcela 71	Parcela 72	Parcela 73	Parcela 74	Parcela 75	Parcela 76	Parcela 77	Parcela 78	Parcela 79	Parcela 80
Parcela 81	Parcela 82	Parcela 83	Parcela 84	Parcela 85	Parcela 86	Parcela 87	Parcela 88	Parcela 89	Parcela 90
Parcela 91	Parcela 92	Parcela 93	Parcela 94	Parcela 95	Parcela 96	Parcela 97	Parcela 98	Parcela 99	Parcela 100

D. Saving and SDI Publishing of historical data



Internet Output
as SDI Services
and PDF Maps

AUTOMATIZACIÓN DEL FLUJO DE TRABAJO



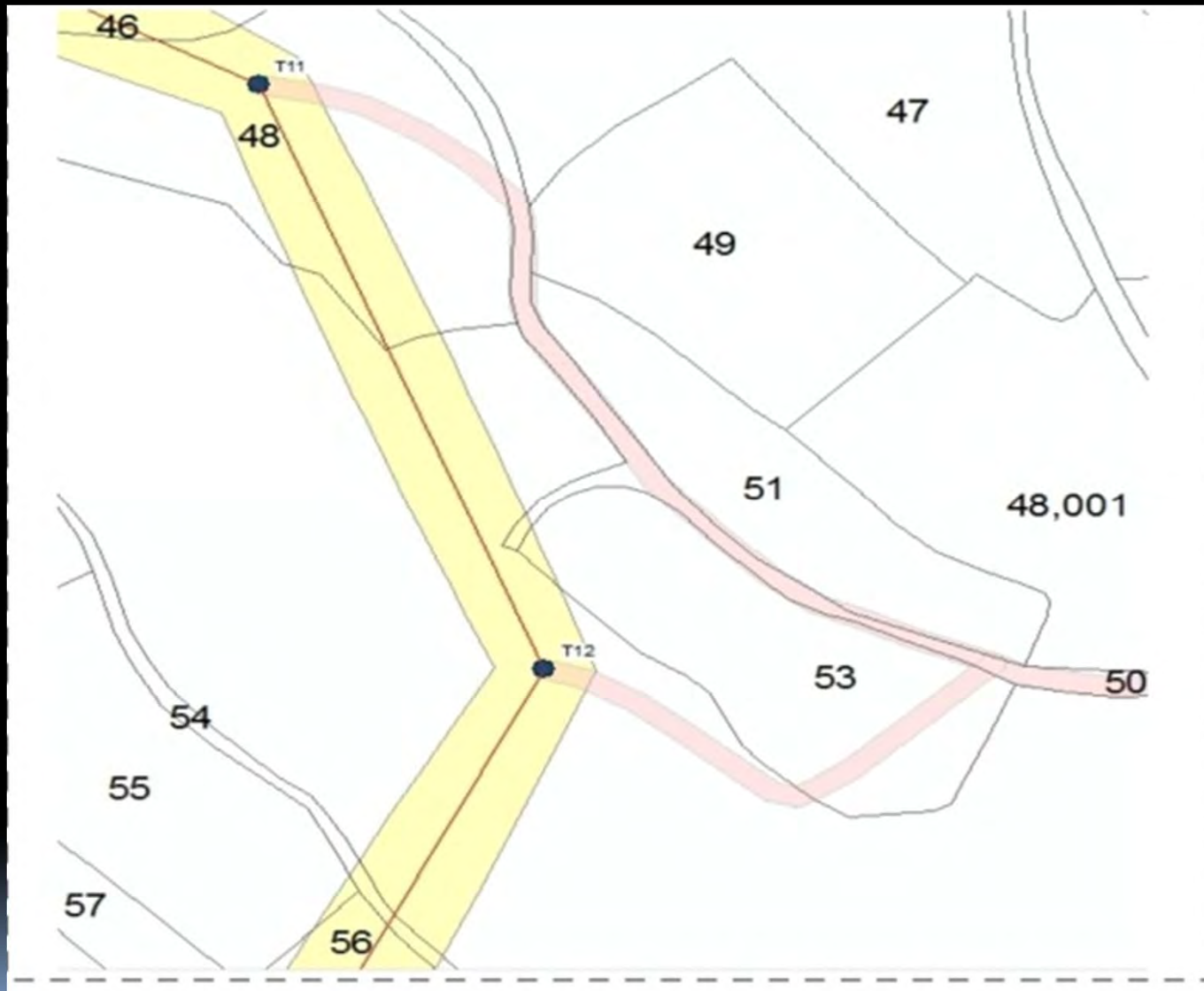
Aquí son utilizadas **7** capas SIG, estas son las **entradas** del proceso, **una** para las **parcelas** y las otras **6** para la **codificación**.

Las **parcelas** con posibles **afecciones** son **seleccionadas**.

La **codificación** para cada parcela es **asignada** considerando la **dirección del avance** del **cable eléctrico** y los **accesos**.

Para alcanzar los requerimientos anteriores es utilizado el **Sistema de Referencia Lineal (LRS)**.

AUTOMATIZACIÓN DEL FLUJO DE TRABAJO



SI, estas son
a para las
codificación.

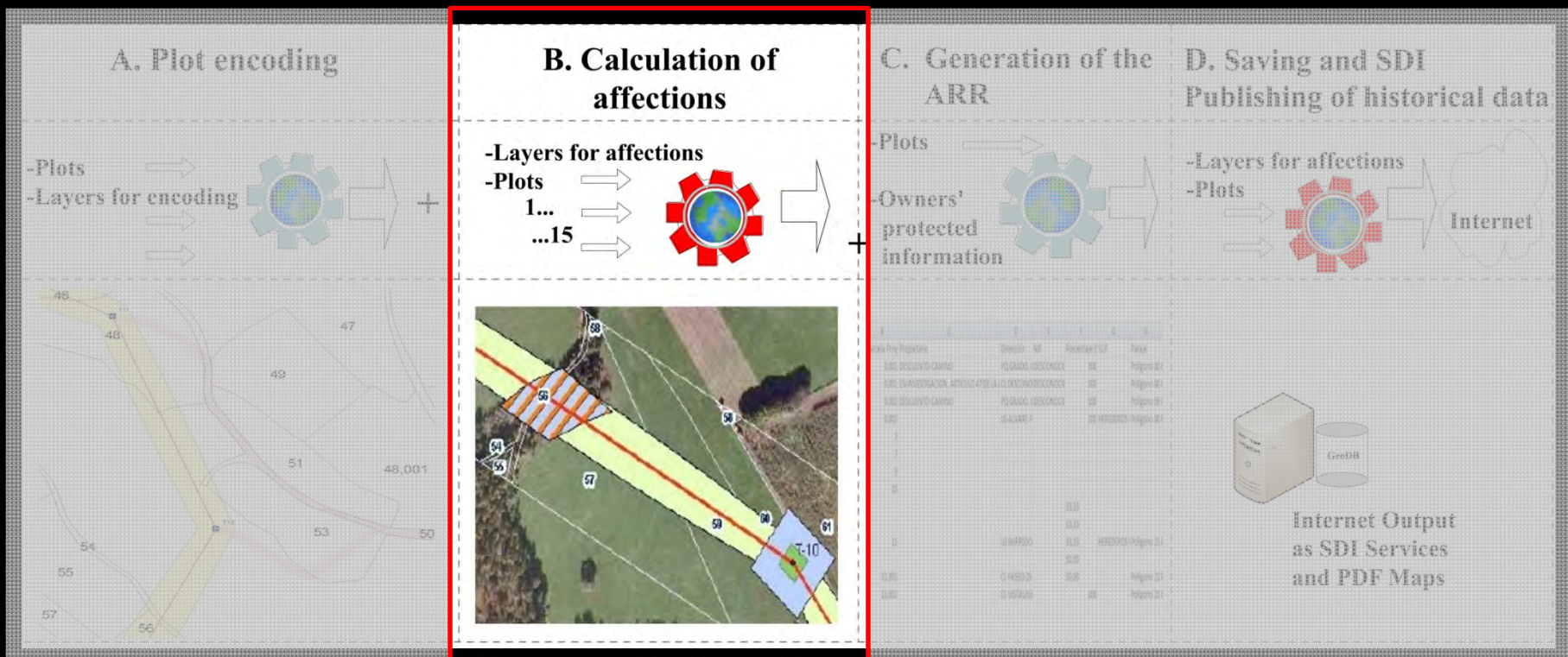
cciones son

rcela es
rección del
os accesos.

ntos anteriores
ferencia Lineal

AUTOMATIZACIÓN DEL FLUJO DE TRABAJO

2



AUTOMATIZACIÓN DEL FLUJO DE TRABAJO

B. Calculation of affections

-Layers for affections

-Plots

1...

...15



+



16 capas SIG sirven de **entrada** en este proceso, **uno** para las **parcelas** y las otras **15** son las capas fuentes de las **afecciones** .



Este proceso realiza integradamente todo el **GeoProcesamiento** sobre las **geometrías de las parcelas** en función de las **afecciones**.



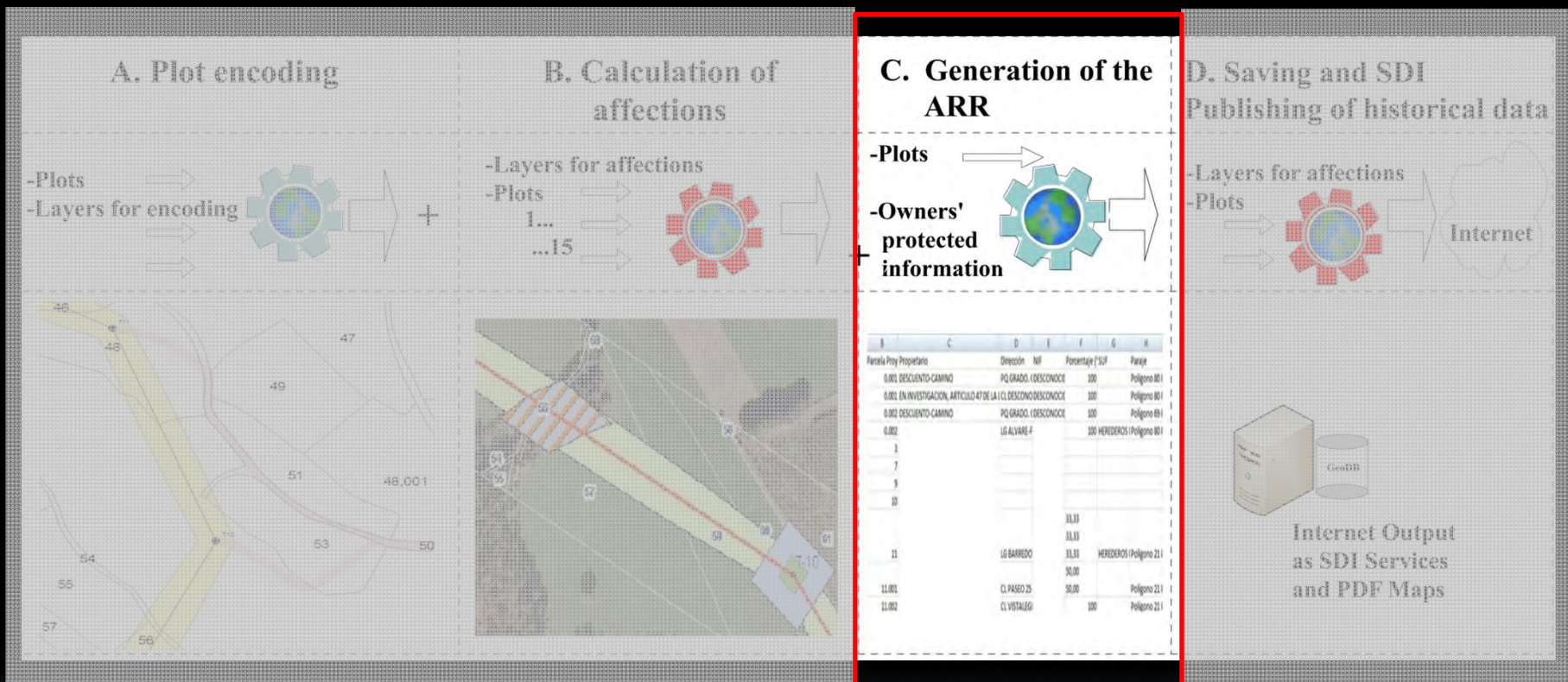
Agregación por atributos, **intersecciones** y **recortes (entre otras)** son parte de las operaciones ejecutadas para soportar el proceso.



Las **áreas** y **perímetros** son calculados por cada tipo de **afección** sobre las **parcelas**.

AUTOMATIZACIÓN DEL FLUJO DE TRABAJO

3



AUTOMATIZACIÓN DEL FLUJO DE TRABAJO

C. Generation of the ARR

-Plots

-Owners'
protected
information



B	C	D	E	F	G	H	
Parcela	Proy	Propietario	Dirección	NIF	Porcentaje (%)	SUF	Paraje
0.001	DESC	CL VISTALEGI	CL VISTALEGI	CL VISTALEGI	100		Poligono 80 I
0.001	EN IN			CL VISTALEGI	100		Poligono 80 I
0.002	DESC			CL VISTALEGI	100		Poligono 69 I
0.002				CL VISTALEGI	100		HEREDEROS Poligono 80 I
3							
7							
9							
10							
					33,33		
					33,33		
11			0		33,33		HEREDEROS Poligono 21 I
					50,00		
11.001			5		50,00		Poligono 21 I
11.002			CL VISTALEGI		100		Poligono 21 I

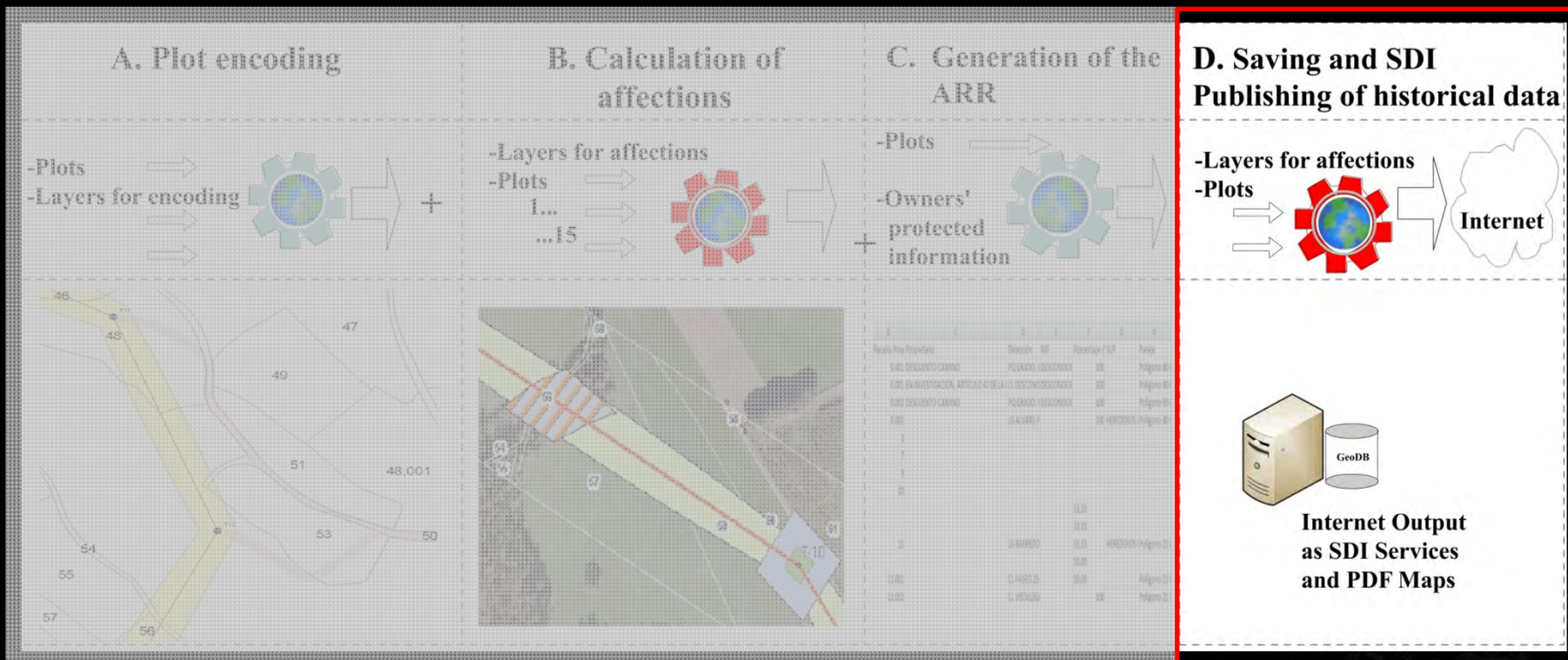
Existen **2 entradas** para este proceso. Una es la **capa de parcelas** y la otra es un archivo **XML** con los datos **información protegida** de los propietarios de las parcelas afectadas.

El proceso **combina** las **2 fuentes de datos** y **genera** un informe **RBD** en formato de **hoja de calculo** como salida.

Esta **hoja de calculo** es el **documento inicial** para ser revisado antes de ser **enviado** a las **administraciones** para su **publicación oficial**.

AUTOMATIZACIÓN DEL FLUJO DE TRABAJO

4



AUTOMATIZACIÓN DEL FLUJO DE TRABAJO

D. Saving and SDI Publishing of historical data

-Layers for affections
-Plots



Internet Output
as SDI Services
and PDF Maps

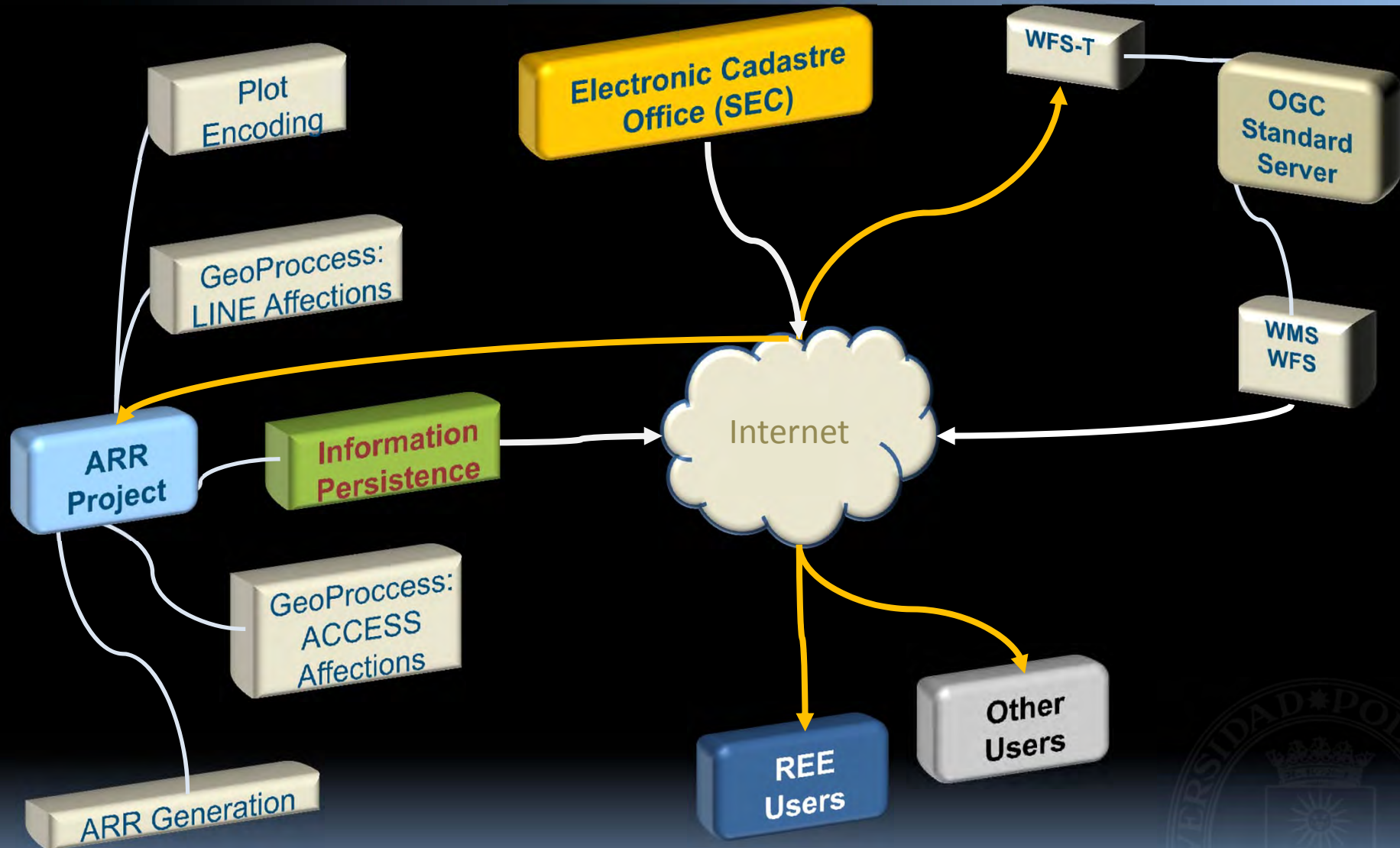
Las **entradas** para este proceso son las **parcelas** con **todos sus valores de afecciones** así como sus detalles geométricos y de la afección.

Todos los **datos** son **convertidos on-the-fly** al **formato interchange** Geography Markup Language (**GML**).

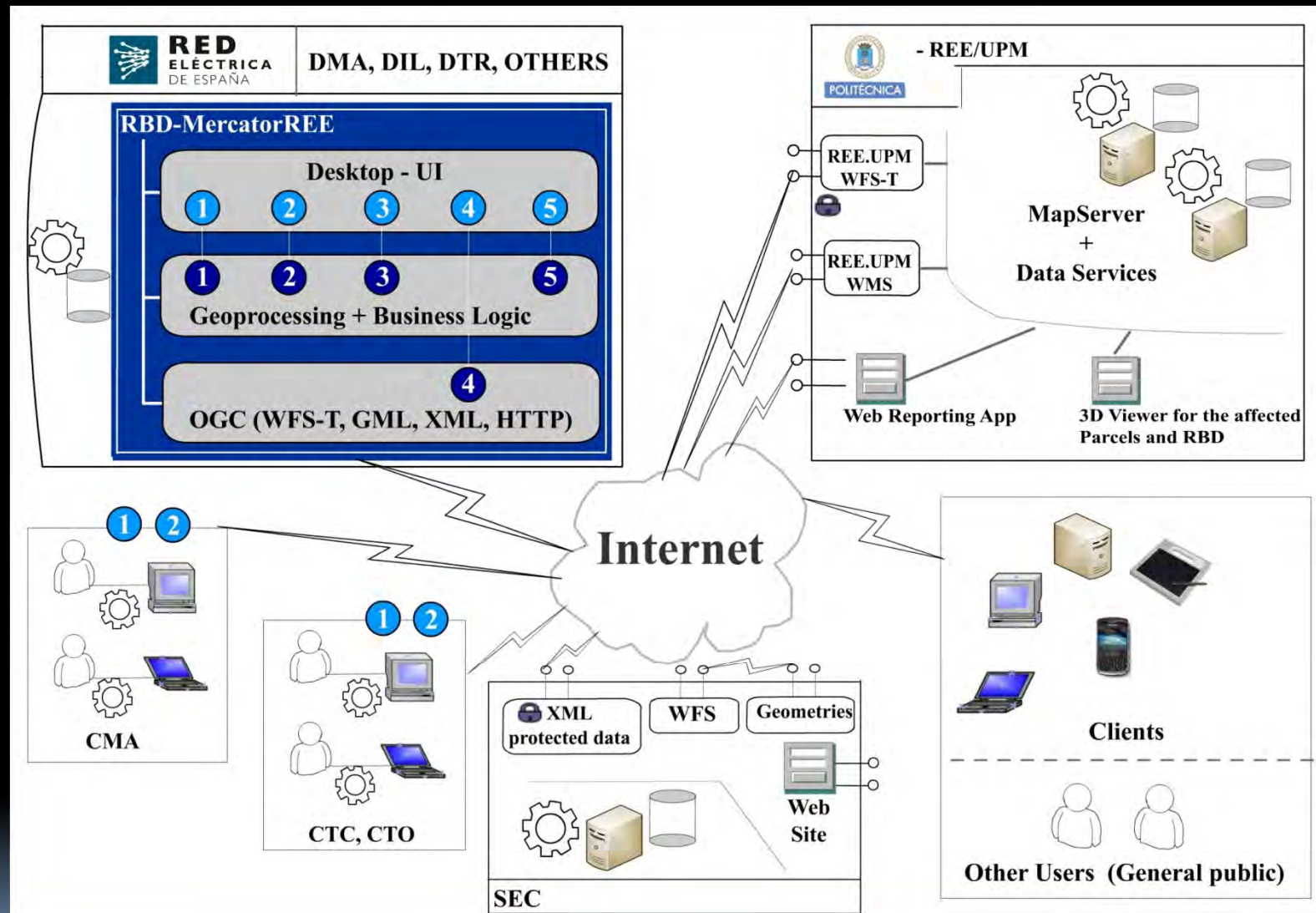
Los **GMLs** son **enviados** a través de operaciones transaccionales **hacia el servidor** que implementa el estándar **WFS-T** de OGC

La **información** también puede ser consultada de forma **estandarizada** mediante el uso de servicios **WMS** y **WFS**.

DISEÑO DE ARQUITECTURA DE SISTEMA UTILIZADO



DISEÑO DE ARQUITECTURA DE SISTEMA UTILIZADO



RECURSOS TÉCNICOS

1) C# | .NET 4.0 | LINQ-To-Object | LINQ-To-XML

2) Biblioteca DLLs para Office
(Para generar el reporte en Excel)

3) ArcGIS DeskTop 10

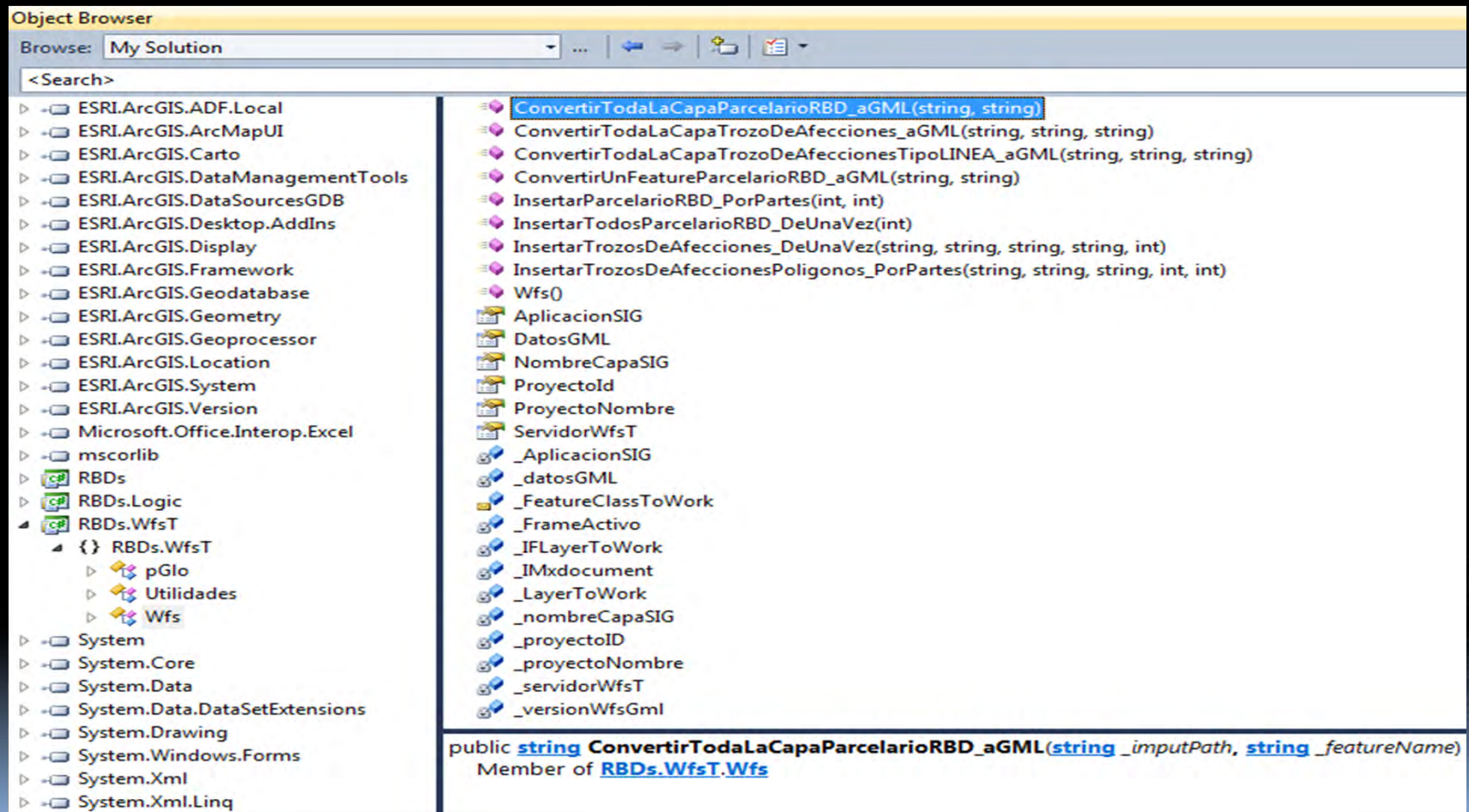
4) Servidor de Mapas, bajo estándares OGC:
WMS, WFS y WFS-T



RECURSOS TÉCNICOS

5) ...con la programación con las bibliotecas básicas de .NET de:

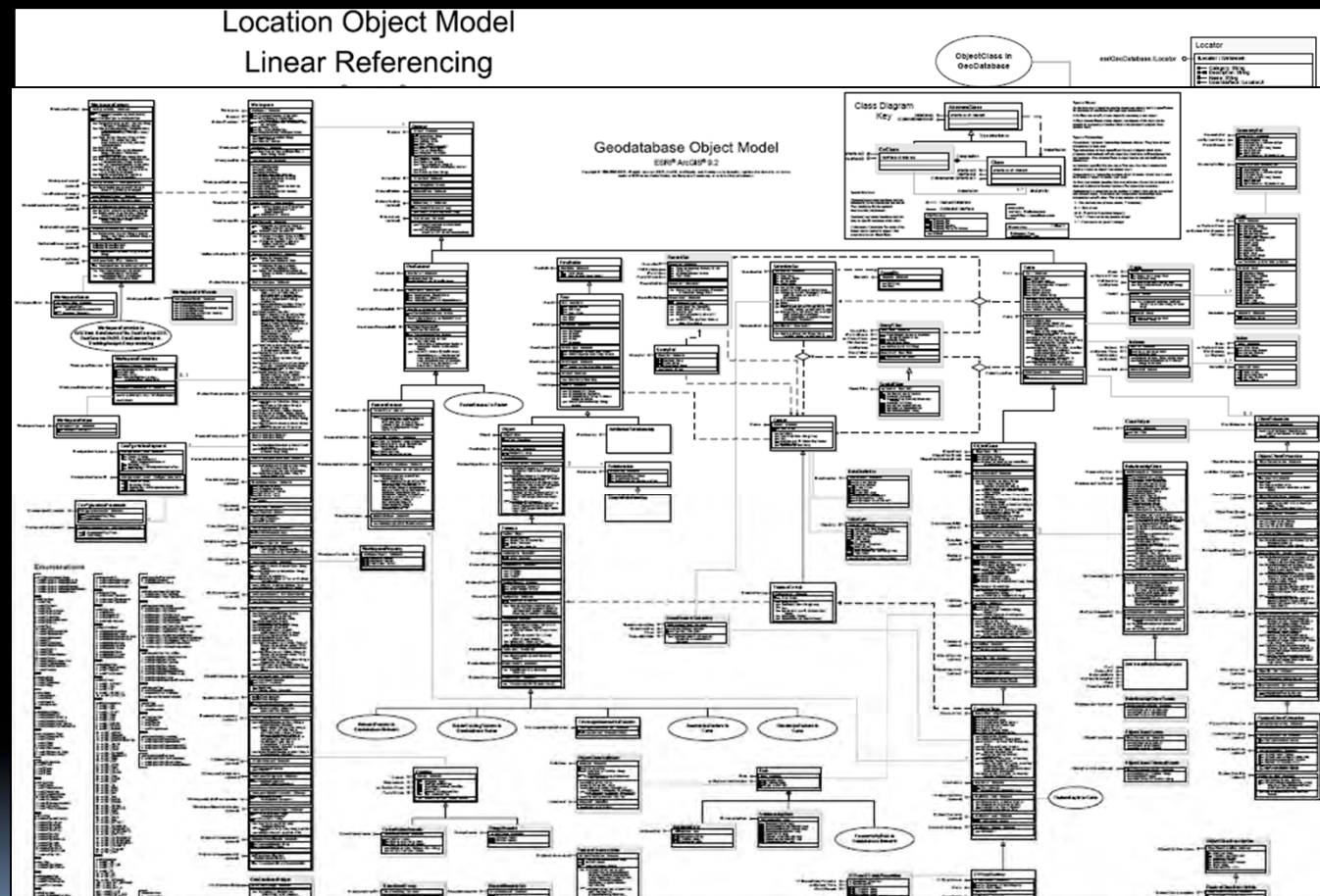
- **Comunicación** mediante **HTTP** con el servidor.
- **Codificación XML** de las peticiones **WFS-T** Insert /Delete
- **Conversión** de los datos a formato **GML**



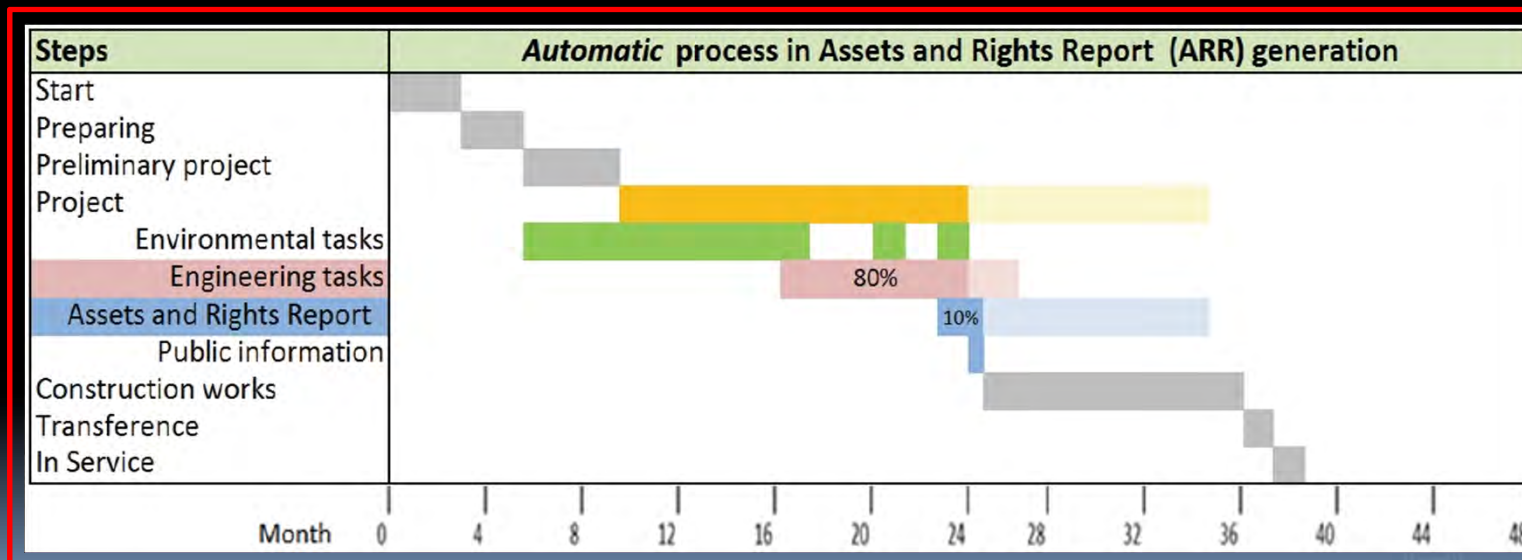
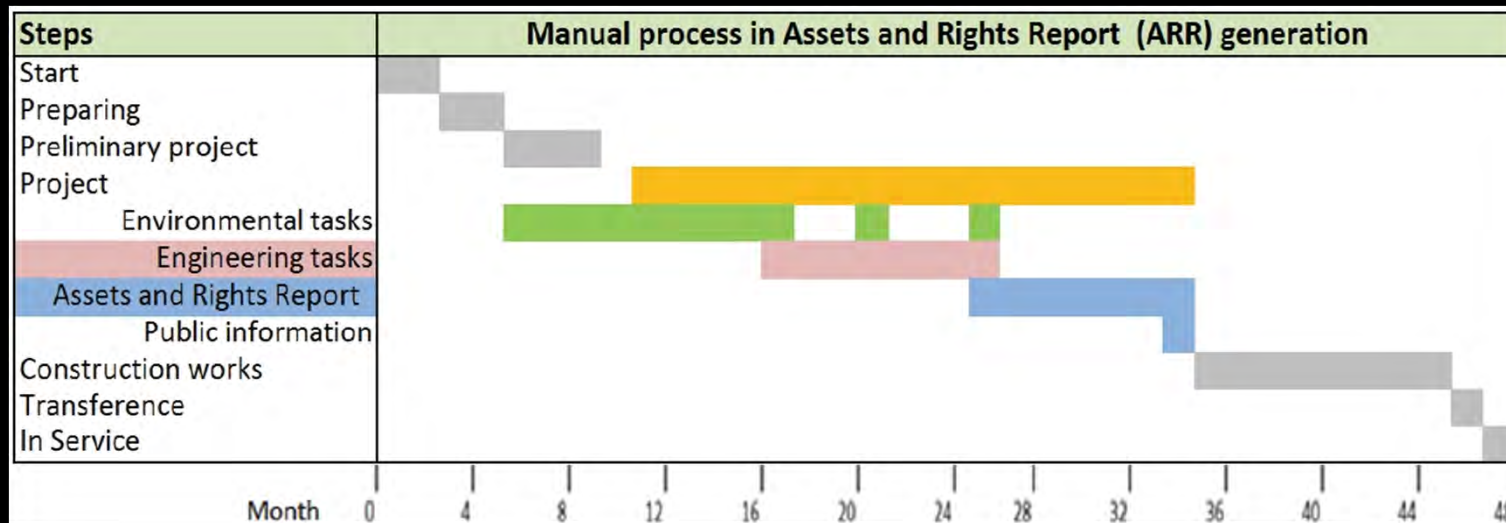
RECURSOS TÉCNICOS

6) Bibliotecas ArcObjects para ArcGIS 10:

- LRS (Linear Referencing System)
- GeoDataBase
- ArcMap
- Carto
- ArcMapUI
- Geometry
- DataSourcesGDB
- Entre otros...

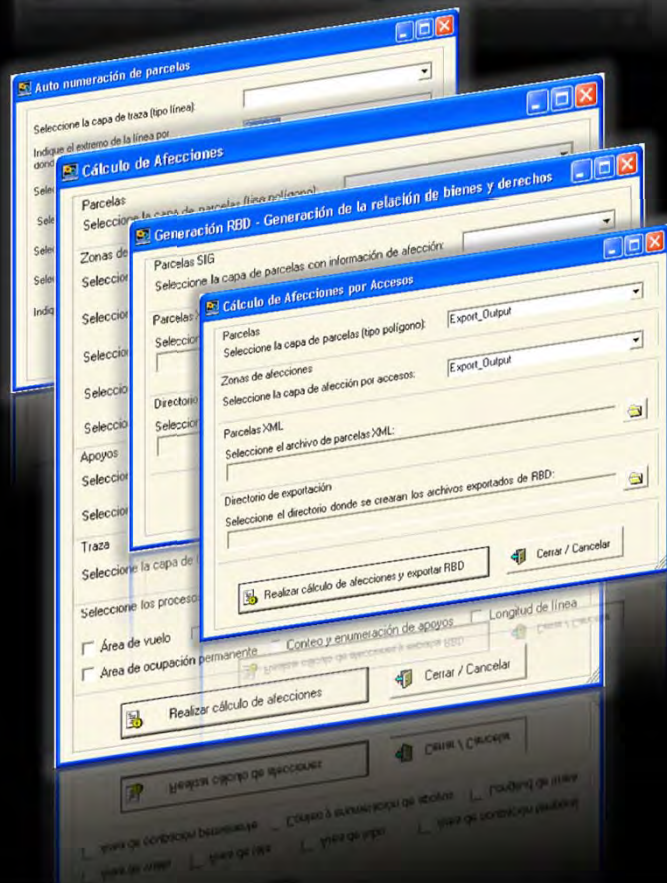


RESULTADOS



RESULTADOS

Herramientas Desktop

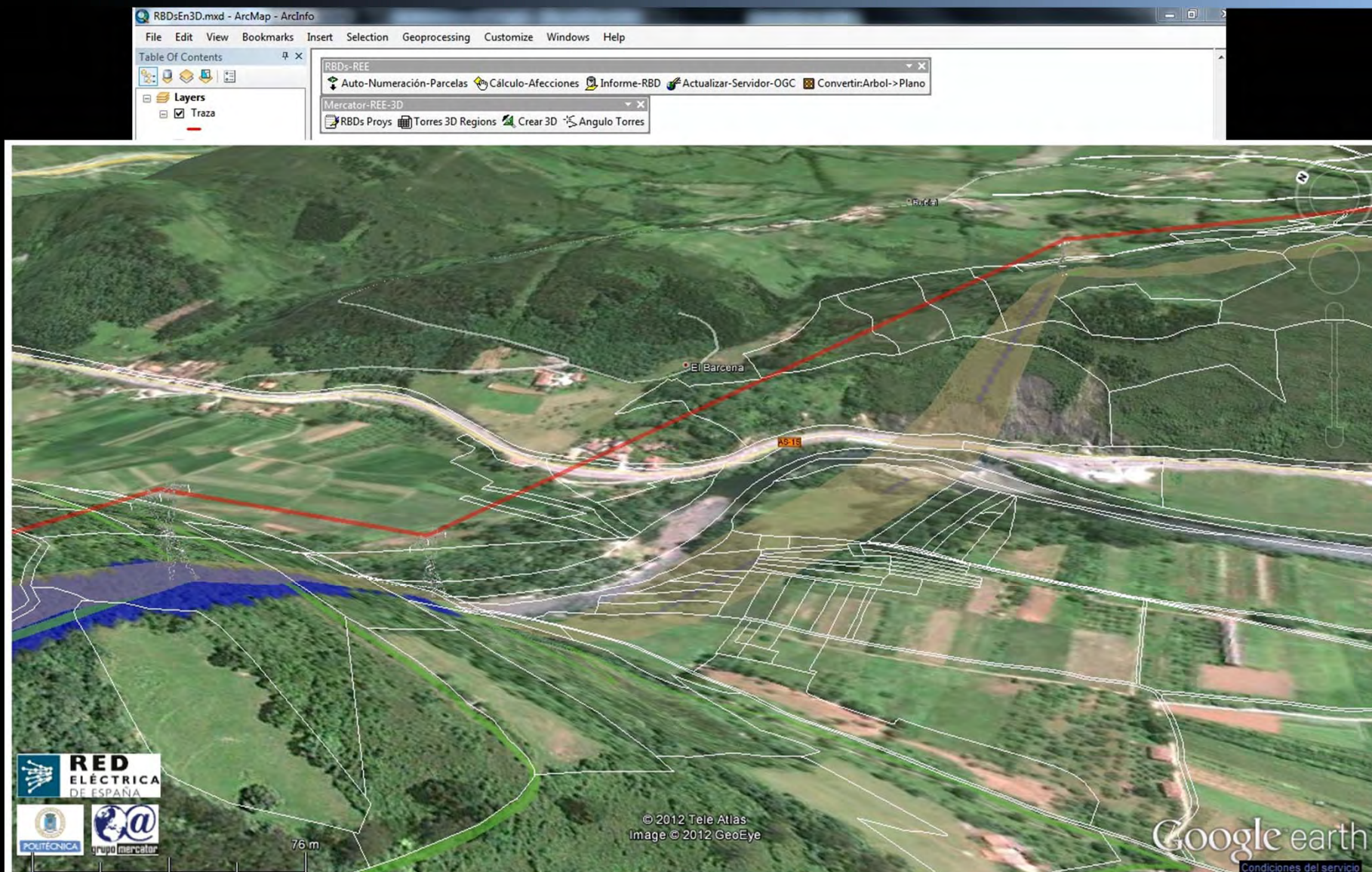


Resultados

(Ejemplo: línea eléctrica de 50 km de longitud)



RESULTADOS



CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

1) La implementación del **flujo de trabajo que integra el Geo Procesamiento ha mejorado** la productividad en los siguientes aspectos:

(A) **Incremento en el numero de RBDs generadas por año.**

(B) **Mayor cantidad de tipo de afecciones (hasta 15).**

(C) **Mejora en la confiabilidad del proceso** (evitando el procesamiento manual e intercambio no automático de datos)

(D) **Reducción en los tiempos y por lo tanto en los costos.**

2) Después de la caracterización de los datos se han **identificado patrones** que pueden permitir **el desarrollo de una nueva versión del software** . Lo anterior permitiría la personalización de los nuevos tipos de afecciones debido a otros tipos de construcciones lineales como **tuberías, calles, vías de trenes, etc., y por lo tanto la generación de una solución generalizada.**



CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

3) Mediante la **publicación** de las afectaciones de las **RBDs** sobre **Servicios estándares OGC**, se **posibilita la implementación** de otros tipos de salidas **cartográficas** como por ejemplo: **Globos virtuales 3D**, **Mapas como PDF-documentos con resúmenes** cuantitativos y **gráficos auxiliares** -- de las afecciones por las nuevas instalaciones .

4) **Considerando el diseño** de la solución:

Parte de las funcionalidades del **software desarrollado** están divididas en **tres capas lógicas de software** y por lo tanto esas funcionalidades pueden ser **expuestas** como **Servicios Web** en Internet.

Considerando algunos **aspectos técnicos** de la solución (como son las bibliotecas **ArcObjects** de ESRI y los **Modulo de Clases de C#**) , dichas **funcionalidades** también pudieran ser **expuestas como (Web Processing Service) WPS** el cual es actualmente soportada por la versión 10.1 de ArcGIS Server (ESRI).



FIN.

Gracias!

Vladimir Gutiérrez

fv.gutierrez@upm.es

www.vlado.es

Octubre 2012

